مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۲، شماره ۱، سال ۱۳۹۵

ارزیابی پارامترهای ژنتیکی و ترکیب‌پذیری صفات مهم زراعی کنجد با استفاده از روش دی‌آلل کراس

Evaluation of Genetic Parameters and Combining Ability of Important Agronomic Traits in Sesame Using Diallel Cross

سعداله منصوری[۱]، مقصداله اسماعیلف[۲] و مصطفی آقائی سربرزه[۳]

۱ و ۳- به ترتیب مربی و استاد، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- استاد، دانشگاه آگراری، دوشنبه، جمهوری تاجیکستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۳   تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۴

چکیده

منصوری، س.، اسماعیلف، م. و آقائی سربرزه، م. ۱۳۹۵. ارزیابی پارامترهای ژنتیکی و ترکیب‌پذیری صفات مهم زراعی کنجد با استفاده از روش دی‌آلل کراس. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۲: ۱۴۰- ۱۱۹.**

شناخت و درک صحیح از نوع کنترل ژنتیکی صفات، ترکیب پذیری و ساختار ژنتیکی ارتباط مستقیمی با موفقیت برنامه‌های به‌نژادی دارد. در این بررسی پارامترهای ژنتیکی مربوط به صفات زراعی و عملکرد با استفاده از روش یک گریفینگ و مدل مخلوط B برای هفت رقم و لاین کنجد شامل اولتان، داراب۱، ورامین ۲۸۲۲، دشتستان۲، کرج۱، زودرس فلسطینی و TLHE همراه با ۴۲ ترکیب دورگ حاصل از آن‌ها به صورت دی‌آلل کامل مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار برای تمام صفات به جز درصد روغن، در بین والدین و دورگ‌ها، اثر ترکیب پذیری عمومی (GCA) و اثر ترکیب پذیری خصوصی (SCA) بود. واریانس اثر تلاقی‌های معکوس برای همه صفات به جز صفت عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود. براساس نسبت میانگین ترکیب پذیری عمومی به میانگین ترکیب پذیری خصوصی اثر افزایشی ژن‌ها نقش بیشتری نسبت به اثر غیر افزایشی در کنترل صفات تعداد کپسول در شاخه اصلی، ارتفاع اولین کپسول، طول کپسول ودرصد روغن داشت ودر سایر صفات اثر غیر افزایشی ژن‌ها بیشتر بود. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی از ۴۸/۹۰درصد در صفت ارتفاع ساقه زاینده کپسول تا۹۰/۵ در صفت تعداد کپسول در بوته متغیر بود. ارزیابی وراثت‌پذیری خصوصی نشان‌دهنده مقادیر بالای این شاخص برای تعداد کپسول در شاخه اصلی با ۶۷/۶۴ درصد و ارتفاع اولین کپسول با ۶۰/۴۳ درصد بود که حاکی از بازده بالای گزینش برای این صفات است. در این بررسی بهترین ترکیب شونده‌های عمومی در بین لاین‌های مورد ارزیابی از نظر صفات مورد بررسی شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: کنجد، عملکرد، دی‌آلل کراس، ساختار ژنتیکی.

نویسنده مسئول: sadollahmansouri@yahoo.com   تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۰۵۱

مقدمه

امروزه در عرصه تحقیقات کشاورزی برای نباتات بومی به دلیل برخورداری از مزیت‌های آن‌ها، وجود سازگاری‌های اقلیمی و منطقه‌ای، دستیابی به خزانه ژنی غنی و نیز شناخت دانش بومی از گیاه و زراعت آن جایگاه ویژه‌ای در نظر گرفته می‌شود. در گیاهان روغنی رایج در کشور کنجد از قدیمی‌ترین آن‌ها بوده و از سالیان دور به عنوان یک گیاه بومی ایران شناخته می‌شود. با وجود ژرم‌پلاسم غنی کنجد در کشور و پیدایش ارقام سازگار با شرایط متفاوت که بر اثر کشت مستمر صورت انجام شده و همچنین مزیت‌های فراوان این گیاه شایسته است که بیش از گذشته و در قالب فعالیت‌های دقیق و هدفمند به معضلات و موانع فراوری توسعه کشت آن پرداخته شده و زمینه بهره‌گیری بیشتر از پتانسیل امکانات و توانایی‌های موجود در کشور فراهم آید. میزان تولیددانه روغنی کنجد در جهان بیش از ۴/۷۵ میلیون تن برآورد می‌شود (Anonymous, 2014). این گیاه زراعی با شرایط اقلیمی گرم و معتدل سازگاری یافته و به طور گسترده درکشورهای هند،چین،سودان ، اوگاندا،نیجریه ،مکزیک ،تانزانیا واتیوپی کشت می شود. در سال۱۳۹۳ زراعت کنجد در ایران مساحت۴۰ هزارهکتار را زیر پوشش داشته و حدود ۲۸۰۰۰هزار تن دانه تولید کرد. میانگین عملکرد در واحدسطح در ایران ۷۰۰کیلوگرم درهکتاراست. میانگین عملکرد جهانی آن حدود ۵۰۶کیلوگرم در هکتار است (Anonymous, 2014). کشت کنجد در اغلب مناطق دنیا با استفاده از ارقامی انجام می شود که از توده های بومی و محلی و در شرایط مدیریت کم نهاده به عمل می دست آمده‌اند واین از عمده‌ترین دلایل برای پایین بودن پتانسیل عملکرد برای این ارقام است. در این راستا تعیین روش‌های انتخاب و تولید ارقام اصلاح شده برای شرایط اقلیمی زراعی متفاوت به منظور افزایش تولید و عملکرد این زراعت از اهمیت فوق‌العاده برخوردار است.

کنجد به دلیل مقاومت به کم آبی، در مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان یک گیاه زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این گیاه از نظر تولید و سطح زیر کشت نیز یکی از مهم‌ترین محصولات روغنی کشاورزی ایران است (Ahmadi, 1990؛ Ashri, 1998؛ Ahmadi *et al.*, 2000). نخستین مرحله در برنامه به‌نژادی یک رقم زراعی، ایجاد جمعیتی است که از نظر صفات زراعی مورد نظر به‌نژادگر دارای تنوع ژنتیکی مناسب باشد (Tabanao and Bernardo, 2005). پارامترهای ژنتیکی و ترکیب پذیری عمومی وخصوصی را می‌توان با تجزیه دی‌آلل برآورد کرد (Verhalen and Murray, 1967). منصوری و احمدی (Mansouri and Ahmadi, 1998) با استفاده از هفت لاین ورقم کنجد در یک طرح

دی‌آلل کراس یک طرفه ۷ × ۷ ترکیب پذیری عمومی و خصوصی را برای صفات ارتفاع بوته، تعدادکپسول در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد تک بوته و درصد روغن بررسی وگزارش دادند واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای کلیه صفات معنی‌دار بود. نسبت میانگین واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی برای کلیه صفات به غیر از صفت وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار بود و نتیجه گرفته شد که در مورد صفات یاد شده بیشترین سهم واریانس ژنتیکی به واریانس افزایشی اختصاص داشت اما در مورد صفت وزن هزار دانه قسمت عمده واریانس ژنتیکی مربوط به واریانس غیر افزایشی بود. بر این مبنا استفاده از روش اصلاحی گزینش در صفات ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، عملکرد بوته و درصد روغن قابل توصیه و درباره صفت وزن هزار دانه کارایی نداشته و سایر روش‌های اصلاحی برای این صفت پیشنهاد شد. کومار و همکاران (Kumar *et al*., 2011) با انجام یک بررسی دی‌آلل یک طرفه روی ده والد موتانت کنجد نوع اثر ژنی کنترل کننده برخی صفات در کنجد را اعلام کردند. آن‌ها نقش بیشتر اثر افزایشی ژن در کنترل صفت ارتفاع بوته را گزارش کردند و متقابلاً نقش اثر غیر افزایشی ژن را در بروز صفات تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، تعداد کپسول در بوته، درصد روغن، عملکرد تک بوته و طول کپسول اعلام داشتند. در یک برنامه به‌نژادی بین لاین‌های شکوفا و ناشکوفا دورگ‌گیری انجام شد و واریته ارقام ناشکوفا به نام پالمیتو و ریو به دست آمد (Langham and Weimers, 2002؛ Ashri, 1998). سولانکی و گوپتا (Solanki and Gupta, 2001) استفاده از دورگ‌گیری‌های متقابل دوره ای که منجر به بهره‌مندی از هر دو نوع عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها می‌شود را برای بهبود عملکرد وخصوصیات زراعی کنجد توصیه کرده‌اند.

مورتی (Murty, 1975) ضمن انجام یک بررسی دی‌آلل اثر متقابل والدینی را برای صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اولیه، تعداد شاخه ثانویه و تعداد کپسول در بوته معنی‌دار اعلام کرد و برای صفات عملکرد دانه، درصد روغن و درصد پروتئین این اثر بی‌معنی بود. اثر معکوس در کراس‌های بین ارقام داخلی وخارجی بیشتر بود.

قابلیت ترکیب‌پذیری بعضی از صفات فیزیولوژیکی کنجد را بانرجی وکول (Banerjee and Kole, 2009) با هدف شناسایی نوع عمل ژن‌ها و شناسایی والدین در برنامه‌های به‌نژادی با استفاده از هفت والد و ۲۱ نتاج مربوطه در قالب یک طرح دی‌آلل یک طرفه بررسی کردند. بنابر گزارش آن‌ها واریانس ترکیب پذیری عمومی (GCA) و ترکیب پذیری خصوصی (SCA) معنی دار و بیانگر اهمیت اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها بود به علاوه برای صفت درصد روغن اثر افزایشی

ژن‌ها وبرای صفت عملکرد روغن اثر غیرافزایشی ژن‌ها دارای نقش عمده بود.

در بررسی‌هایی که توسط مانوهاران و همکاران (Manoharan *et al*., 1989) انجام شد واریانس‌های ترکیب پذیری خصوصی برای صفت‌های ارتفاع بوته و عملکرد دانه بیشتر از واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی بود و نشان دهنده آن بود که نوع غیر افزایشی عمل ژن‌ها این صفات را کنترل می‌کند. گویال و سودهین (Goyal and Sudhin, 1991) یک طرح دی‌آلل کراس یک طرفه برای هشت والد و ۲۸ هیبرید حاصل انجام دادند. ترکیب پذیری در مورد پنج صفت وابسته به عملکرد از قبیل تعداد دانه در کپسول، تعداد شاخه، تعداد کپسول، ارتفاع گیاه و نیز صفت درصد روغن مورد بررسی قرار گرفت. واریانس ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای همه صفات معنی‌دار بود. در بررسی‌هایی که ساکیلا و همکاران (Sakila *et al*., 2000) برای صفات کمی کنجد انجام دادند اعلام کردند که تلاقی‌های VR-1 × Si250 برای صفات روز تا گلدهی و ارتفاع بوته و TMV5 × Si3315/11 برای صفات تعداد کپسول و عملکرد تک بوته می‌توانند منشاء ارقام برتر واقع شوند. نوع اثر ژن‌ها برای صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی در گیاه، تعداد کپسول درگیاه، وزن هزار دانه و عملکرد در بوته و مقاومت به بیماری‌های عمده کنجد شامل (پژمردگی فوزاریومی و آلترناریا) توسط ال برامووی و شعبان (El-Bramawy and Shaban, 2007) در یک طرح دی‌آلل یک طرفه شش والدی بررسی شد. تفاوت‌های بالایی بین شش والد و ۱۵ نتاج F1 مشاهده شد. نتایج نشان داد که واریانس غیر افزایشی برای همه صفات غیر از صفات تعداد روز تا رسیدگی و تحمل به آلترناریا دارای نقش عمده بود. با بررسی شش نسل از دو تلاقی آنباناندان و همکاران (Anbanandan *et al*., 2006) اعلام کردند که اغلب صفات مهم موثر در عملکرد و نیز صفت عملکرد عمدتاً تحت کنترل اثر غالبیت ژن و سپس اثر متقابل افزایشی × غالبیت هستند. با استفاده از هشت رقم والدی و با انجام دی آلل کراس یک طرفه گویال و سادین (Goyal and Sudhin, 1991) به بررسی نوع عمل ژن در کنجد پرداختند. برای تمامی صفات مورد بررسی اهمیت اثر افزایشی و غیر افزایشی گزارش شد. ردی و همکاران (Reddy *et al*., 1989) با کشت والدین و نتایج F1 و F2 در یک طرح دی‌آلل کراس نتیجه‌گیری کردند که درصد روغن عمدتاً تحت کنترل عمل افزایشی ژن‌ها است. در یک بررسی دی‌آلل کراس یک طرفه برای هشت والد و ۲۸ دورگ حاصل از آن‌ها گویال و سودهمین (Goyal and Sudhin, 1991) صفات تعداد دانه در کپسول، تعداد شاخه، تعداد کپسول، ارتفاع گیاه و نیز صفت درصد روغن را مطالعه کردند. بر اساس نتایج واریانس افزایشی

و غیرافزایشی (غلبه و اپیستازی) از اهمیت برخوردار بودند. ساکیلا و همکاران (Sakila *et al.*, 2000) اعلام کردند که کنترل صفات روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع اولین کپسول، تعداد کپسول و عملکرد تک بوته با اثر غیر افزایشی بود. بررسی‌هایی که میشرا و یاداو (Mishra and Yadav, 1997) با استفاده از ۲۸ ژنوتیپ نسل F1 و ۲۸ ژنوتیپ نسل F2 برای صفت عملکرد و اجزاء آن انجام دادند نشان داد که انتخاب غیر مستقیم برای کپسول‌دهی، تعداد کپسول در شاخه‌ها و تعداد کپسول در گیاه به منظور جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های پر محصول در جمعیت‌های در حال تفرق به دلیل سهم عمده واریانس افزایشی ژن‌ها در آن‌ها مفید بوده وقابل توصیه است. میشرا و یاداو (Mishra and Yadav, 1997) اهمیت بیشتر عمل افزایشی ژن را برای صفت وزن هزاردانه اعلام کردند.

با هدف مطالعه نحوه توارث میزان روغن و پروتئین مورتی و هشیم (Murty and Hashim, 1973) یک طرح دی‌آلل کامل ده والدی اجرا کردند. میزان روغن در والدها و نتاج به دست آمده تفاوت معنی‌داری نداشت اگرچه مقدار پروتئین والدین بیشتر از پروتئین نتاج بود. اثر مادری برای صفت مقدار پروتئین معنی‌دار بود. وراثت‌پذیری صفت درصد روغن و پروتئین به ترتیب ۲۳ و ۳۰ درصد بود. جانسون و همکاران (Jonhnson *et al.*, 1955) مقادیر وراثت‌پذیری (عمومی و خصوصی) را طبقه‌بندی کردند. بر اساس نظر آن‌ها وراثت‌پذیری کمتر از ۳۰ درصد در گروه وراثت‌پذیری پائین، وراثت‌پذیری بین ۳۰ تا ۶۰ درصد در گروه وراثت‌پذیری متوسط و بیشتر از ۶۰ درصد در گروه وراثت‌پذیری بالا قرار می‌گیرد. با استفاده از هفت رقم والدی کنجد و ۲۱ دورگ آن‌ها موتیلال ومانوهاران (Mothilal and Manoharan, 2005) پارامترهای ژنتیکی متفاوت را بررسی کردند. برآوردهای بالا برای وراثت‌پذیری صفات ارتفاع گیاه و تعداد شاخه در گیاه نشان داد که امکان تثبیت یا پایداری این صفات از طریق اصلاح شجره‌ای وجود دارد. عمل غیر افزایشی ژن برای صفت‌هایی شامل تعداد کپسول در شاخه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گیاه اعلام شد.

تنوع ژنتیکی و وراثت پذیری عملکرد دانه و اجزاء آن درکنجد را سولانکی و پالیوال (Solanki and Paliwal, 1981) مورد بررسی قرار دادند. این محققان واریانس فنوتیپی و واریانس ژنوتیپی بالایی را برای صفات تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول تعیین کردند. در این مطالعه وراثت‌پذیری بالا برای صفت وزن هزار دانه، طول کپسول، تعداد دانه در کپسول و تعداد روز تا رسیدن به دست آمد ولی میزان وراثت‌پذیری عملکرد دانه در بوته و تعداد کپسول در بوته از حد متوسط فراتر

نرفت. در بررسی‌هایی که میشرا و یادوا (Mishra and Yadav, 1997) با استفاده از ۲۸ ژنوتیپ نسل F1 و ۲۸ ژنوتیپ نسل F2 برای صفت عملکرد و اجزاء آن انجام دادند وراثت‌پذیری بالا برای صفات عملکرد دانه در بوته، تعداد کپسول در شاخه‌ها، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه و وراثت‌پذیری متوسط برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا بلوغ و میزان روغن گزارش شد. بر این اساس صفات تعداد شاخه در بوته، تعداد گره‌های دارای کپسول در بوته و تعداد کپسول در ساقه اصلی دارای وراثت‌پذیری پایین بودند.

این نتایج نشان می‌دهد که انتخاب غیر مستقیم برای کپسول‌دهی، تعداد کپسول در شاخه‌ها و تعداد کپسول درگیاه به منظور جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول در جمعیت‌های درحال تفرق به دلیل سهم عمده واریانس افزایشی ژن‌ها در آن‌ها مفید بوده و قابل توصیه است. وراثت‌پذیری‌های بالا برای صفت‌های ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، تعداد شاخه در گیاه، رسیدگی (بلوغ) و وزن هزار دانه مشاهده شده است. وجود وراثت‌پذیری‌های بالا بیان‌گر موفقیت روش اصلاحی گزینش برای آن صفت است (Singh *et al.*, 2000؛ Krishnaiah *et al.*, 2002).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه چهارصد هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر سطح دریا انجام شد. انتخاب والدین و تهیه F1 ها از فعالیت‌های اساسی برای این پژوهش بود. در سال اول تهیه مواد ژنتیکی مورد نیاز با استفاده از دورگ‌گیری بین ارقام و لاین‌های اولتان، داراب۱، ورامین۲۸۲۲، دشتستان۲، کرج ۱، زودرس فلسطینی و TLHE که دارای تنوع کافی و از ارقام، لاین‌ها و ژرم‌پلاسم مورد توجه در فرایند اصلاحی این گیاه هستند بر اساس الگوی دی‌آلل کامل انجام شد. در سال دوم طبق توصیه‌های رایج عملیات آماده‌سازی زمین از قبیل شخم و دیسک صورت انجام شد. کوددهی بر اساس آزمون خاک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم اوره و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم انجام و پس از استفاده از علف‌کش ترفلان به نسبت ۲ درهزار دیسک زده شد. فاروکشی با هدف ایجاد خطوط به فواصل ۶۰ سانتی‌متری انجام شد. در هر کرت سه خط ۴ متری در نظر گرفته شد. بذر دورگ (F1) به دست آمده به تعداد ۴۲ ترکیب و هفت والد مربوطه مجموعاً ۴۹ تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در نیمه خرداد ۱۳۸۹ کشت شد. آبیاری به صورت جوی و پشته و براساس تبخیر ۸۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. پس از سبز در مرحله ۳ تا ۴

برگی تنک با در نظر داشتن تعیین ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر فاصله بوته‌ها روی خطوط انجام شد. به منظور سله شکنی و ایجاد شرایط مناسب جهت تنفس و رشد ریشه‌ها و مبارزه با علف‌های هرز موجود در مزرعه از کولتیواتور استفاده شد. در طول فصل رشد صفات مختلف از قبیل تعداد روز تا گل‌دهی، ارتفاع شاخه‌بندی، طول دوره رویش یادداشت برداری و در اواخر دوره رشد و در آستانه برداشت از صفات موردنظر شامل طول شاخه اصلی، تعداد کپسول در شاخه اصلی، ارتفاع اولین کپسول، ارتفاع ساقه زاینده کپسول وطول کپسول با توجه به ماهیت مواد ژنتیکی از پنج بوته از خط میانی در هر کرت و حذف اثرحاشیه‌ای ابتدا و انتهای خطوط یادداشت برداری انجام شد. درثبت و یادداشت برداری صفات برای طول شاخه اصلی فاصله از سطح زمین تا آخرین نقطه گل آذین، برای تعداد کپسول در شاخه اصلی تعداد کپسول‌های تشکیل شده روی شاخه اصلی بوته‌های انتخاب شده، برای ارتفاع اولین کپسول فاصله اولین کپسول تشکیل شده روی ساقه اصلی از سطح زمین و در خصوص ارتفاع ساقه زاینده کپسول فاصله اولین کپسول تشکیل شده روی ساقه اصلی تا آخرین کپسول در انتهای گل آذین یادداشت برداری شد. برای صفت طول کپسول در هر کرت در هر یک بوته‌های انتخاب شده از قسمت میانی شاخه اصلی سه کپسول انتخاب و میانگین اندازه طول سه کپسول به عنوان اندازه صفت طول کپسول در تک بوته شناخته شد و میانگین اندازه صفت طول کپسول در همه بوته‌های انتخاب شده اندازه این صفت را نشان داد. پس از برداشت وزن هزار دانه با شمارش پنج نمونه صد تایی از هر بوته انتخابی و میانگین گیری آن‌ها در هر ژنوتیپ تعیین شد. عملکرد ساقه اصلی با توزین عملکرد دانه ساقه اصلی هر یک از بوته‌های انتخابی و محاسبه میانگین آن‌ها مشخص شد. صفات با مقیاس طولی با استفاده از خط کش مدرج وصفات با مقیاس وزنی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند.برای تعیین صفت طول کپسول از کولیس استفاده شد. با تعیین درصد روغن دانه شاخه اصلی هر یک از بوته‌های انتخابی و محاسبه میانگین آن‌ها اندازه این صفت نیز مشخص شد. این صفت در آزمایشگاه به وسیله دستگاه NMR تعیین شد با استفاده از دو صفت درصد روغن دانه در شاخه اصلی و عملکرد دانه در شاخه اصلی در بوته‌های انتخاب شده امکان ارزیابی و تعیین صفت عملکرد روغن در شاخه اصلی نیز فراهم شد. پس از جمع‌آوری کلیه داده‌های اندازه‌گیری شده محاسبات و تجزیه‌های دی‌آلل بر اساس روش یک گریفینگ (Griffing, 1956a,b) و مدل مخلوط B با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Diallel انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین

ژنوتیپ‌ها (والدین و دورگه‌ها) برای تمام صفات تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. بر این اساس تجزیه دی‌آلل برای صفات بررسی شده انجام و اثر ژنوتیپ، ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)، ترکیب پذیری خصوصی (SCA) و تلاقی‌های معکوس تجزیه شد (جدول ۱). با توجه به محاسبات و نتایج به دست آمده میانگین مربعات GCA کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪یا ۵٪ معنی‌دار بود. بر مبنای این نتایج بین اثر GCA برای این صفات تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بنابر این جزء ژنتیکی واریانس قابل توارث در وراثت صفت نقش دارد. بررسی میانگین مربعات SCA بیانگر معنی‌داری کلیه صفات باستثناء درصد روغن در سطح احتمال ۱٪ و یا ۵٪ بود. بر این مبنا جزء غیر افزایشی واریانس قابل توارث در کلیه صفات باستثناء درصد روغن موثر بود. منصوری و احمدی (Mansouri and Ahmadi, 1998) و بانرجی وکول (Banerjee and Kole, 2009) و گویال و سودهین (Goyal and Sudhin, 1991) نیز در مورد تمام صفت‌ها باستثناء وزن هزار دانه نتایج مشابهی اعلام کردند. واریانس اثر معکوس (متقابل) برای همه صفات به جز صفت عملکرد بوته غیر معنی‌دار بود. این نتایج با نتایج اعلام شده مورتی (Murty, 1975) تفاوت دارد. متفاوت بودن مواد ژنتیکی استفاده شده و تفاوت‌های محیطی به ویژه برای صفاتی که نسبت به محیط اثر متقابل و واکنش نشان می‌دهند در بروز اختلاف در نتایج این پژوهش با پژوهش‌های مشابه دخیل بوده و قابل انتظار است. معنی‌دار شدن ترکیب پذیری عمومی (GCA) و ترکیب پذیری خصوصی (SCA) در اکثر صفات نقش توام اثر افزایشی و غیر افزایشی را در کنترل ژنتیکی آن‌ها نشان می‌دهد. از آن‌جا که قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدها در همه صفات در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بود، مقادیر ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین مختلف برای صفات محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده است. قابلیت ترکیب پذیری خصوصی همه صفات باستثناء صفت درصد روغن در سطح احتمال۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بود و در جدول ۳ ارائه شده است.

بررسی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی

در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی طول شاخه اصلی ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار (درسطح احتمال ۱٪) فقط برای رقم ورامین۲۸۲۲ وجود داشت و این والد می‌تواند در راستای افزایش اندازه طول شاخه اصلی در ترکیبات ایفای نقش کند (جدول ۲). بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مطلوب را به ترتیب دورگ‌های زودرس فلسطینی × کرج۱ و TLHE × داراب ۱ در سطح ۱٪ و ۵٪ به خود اختصاص دادند (جدول ۳). برای صفت تعداد کپسول در ساقه اصلی والدین استفاده شده همه والدها دارای مقادیر ترکیب پذیری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱٪) بودند لکن تاثیر آن‌ها هم در جهت

جدول ۱- تجزیه واریانس ساده و تجزیه دی‌آلل به روش یک گریفینگ برای برای صفات زراعی کنجد درنسل F1

Table 1. Simple analysis of variance and diallel analysis using Griffing first method for agronomic traits of sesame in F1

S.O.V.	منابع تغیرات	درجه آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کپسول در ساقه اصلی No.cap. m. Stem	ارتفاع اولین کپسول First cap. height	ارتفاع ساقه زاینده Pro stem length	طول کپسول Cap. length	تعداد دانه در کپسول Seed per cap.	وزن هزار دانه 1000 SW	عملکرد شاخه اصلی M.Stem yield	درصد روغن Oil (%)	عملکرد روغن Oil yield
			میانگین مربعات (MS)									
Replication	تکرار	2	1372.13**	255.54^{ns}	486.27**	224.72^{ns}	0.04^{ns}	202.95**	0.02^{ns}	16.44^{ns}	0.01^{ns}	7.53^{ns}
Treatment	تیمار	48	398.16**	1706.52**	242.75**	326.12**	0.06**	54.07**	0.23**	53.27**	4.45**	15.07**
GCA	ترکیب پذیری عمومی	6	509.85*	9583.78**	1189.81**	623.19**	0.25**	60.70*	0.53**	73.81**	16.94**	70.10**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	21	515.80**	911.76**	125.88*	380.09**	0.05*	83.59**	0.20*	28.49**	2.92^{ns}	10.58**
Reciprocal	اثر متقابل	21	248.61^{ns}	250.64^{ns}	89.04^{ns}	187.27^{ns}	0.02^{ns}	22.66^{ns}	0.16^{ns}	72.17**	2.42^{ns}	3.83^{ns}
Error	خطا	96	182.27	173.17	64.91	165.08	0.02	23.59	0.11	7.75	1.66	2.55
CV. (%)	درصد ضریب تغییرات		8.72	21.51	13.86	13.29	4.70	7.30	8.90	23.54	2.28	23.37

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

جدول ۲ - برآورد و آزمون اثر ترکیب پذیری عمومی (GCA) برای صفات زراعی کنجد درنسل F1

Table 2. Estimation of general combining ability (GCA) effects for agronomic traits of sesame in F1

Parent	ژنوتیپ	ارتفاع بوته	تعداد کپسول در ساقه اصلی	ارتفاع اولین کپسول	ارتفاع ساقه زاینده	طول کپسول	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد شاخه اصلی	درصد روغن	عملکرد روغن
No.	Genotype	Plant height	No.cap. m. Stem	First cap. height	Pro stem length	Cap length	Seed per cap.	1000 -SW	M.Stem Yield	Oil (%)	Oil yield
1	p1	-3.59^{ns}	-20.89^{**}	1.93^{ns}	-5.52^{*}	0.13^{**}	1.79^{**}	0.01^{ns}	-1.79^{**}	0.52^{*}	-1.62^{**}
2	p2	-3.37^{ns}	-13.82^{**}	0.70^{ns}	-4.07^{ns}	0.08^{**}	0.72^{ns}	0.10^{ns}	-2.61^{**}	0.91^{**}	-0.96^{**}
3	p3	7.99^{**}	19.37^{**}	10.36^{**}	-2.37^{ns}	0.06^{*}	0.47^{ns}	0.07^{ns}	0.20^{ns}	0.09^{ns}	1.43^{**}
4	p4	-0.37^{ns}	-13.80^{**}	1.01^{ns}	-1.38^{ns}	-0.04^{ns}	-0.48^{ns}	0.19^{**}	1.24^{*}	0.47^{*}	-0.96^{**}
5	p5	3.49^{ns}	19.86^{**}	2.09^{ns}	1.40^{ns}	-0.11^{**}	-2.18^{*}	-0.03^{ns}	0.22^{ns}	-0.05^{ns}	1.61^{**}
6	p6	-2.46^{ns}	-9.91^{**}	-10.10^{**}	7.60^{**}	-0.11^{**}	1.26^{ns}	-0.23^{**}	0.90^{ns}	-1.43^{**}	-1.44^{**}
7	p7	-1.68^{ns}	19.19^{**}	-5.96^{**}	4.28^{ns}	-0.02^{ns}	-1.58^{ns}	-0.10^{ns}	1.84^{**}	-0.50^{*}	1.95^{**}
se[g(i)]		2.36	2.30	1.41	2.25	0.03	0.85	0.06	0.49	0.22	0.28
se[g(i)- g(j)]		3.61	3.52	2.15	3.43	0.04	1.30	0.09	0.74	0.34	0.43

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

P1: Ultan اولتان; P2: Darab 1 داراب ۱; P3: 2822 ژنوتیپ; P4: Dashtestan 2 دشتستان ۲; P5: Karaj 1 کرج ۱; P6: Early maturity Palestinian زودرس فلسطینی; P7: TLHE.

جدول ۳- برآورد اثر ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای صفات زراعی کنجد درنسل F1

Table 3. Estimation of specific combining ability (SCA) effects for agronomic traits of sesame in F1

No.	دورگ Hybrid	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کپسول در ساقه اصلی No.cap. m. Stem	ارتفاع اولین کپسول First cap. hieght	ارتفاع ساقه زاینده Pro stem length	طول کپسول Cap length	تعداد دانه در کپسول Seed per cap.	وزن هزار دانه 1000 -SW	عملکرد شاخه اصلی M.Stem yield	درصد روغن Oil%	عملکرد روغن Oil yield
1	1 × 2	-2.70^{ns}	9.95^{ns}	0.10^{ns}	-2.80^{ns}	0.01^{ns}	6.28**	-0.06^{ns}	-0.27^{ns}	-0.51^{ns}	0.601^{ns}
2	1 × 3	7.74^{ns}	-14.04*	10.36**	-2.61^{ns}	0.11^{ns}	-3.51^{ns}	-0.28*	1.94^{ns}	0.73^{ns}	-0.321^{ns}
3	1 × 4	-4.33^{ns}	6.70^{ns}	-1.61^{ns}	-2.72^{ns}	0.12^{ns}	6.99**	0.07^{ns}	4.81**	1.20*	0.671^{ns}
4	1 × 5	5.12^{ns}	-12.28*	5.88^{ns}	-0.76^{n}s	-0.05^{ns}	-3.09^{ns}	0.12^{ns}	-0.22^{ns}	-0.17^{ns}	-1.061^{ns}
5	1 × 6	1.67^{ns}	9.63^{ns}	-1.71^{ns}	3.37^{ns}	-0.01^{ns}	-3.73^{ns}	0.12^{ns}	5.09**	-0.58^{ns}	0.671^{ns}
6	1 × 7	0.04^{ns}	-11.61*	-2.57^{ns}	2.61^{ns}	-0.10^{ns}	-1.32^{ns}	-0.32*	-3.12**	-0.24^{ns}	-1.031^{ns}
7	2 × 3	7.47^{ns}	-14.94**	-1.59^{ns}	9.06^{ns}	0.06^{ns}	2.76^{ns}	0.18^{ns}	-1.74^{ns}	0.06^{ns}	-0.271^{ns}
8	2 × 4	-8.50^{ns}	5.35^{ns}	-5.31^{ns}	-3.19^{ns}	-0.02^{ns}	-4.13*	0.01^{ns}	0.17^{ns}	0.76^{ns}	0.341^{ns}
9	2 × 5	6.77^{ns}	-4.91^{ns}	-3.14^{ns}	9.91^{ns}	0.05^{ns}	3.85^{ns}	0.16^{ns}	-0.99^{ns}	-0.93^{ns}	0.021^{ns}
10	2 × 6	3.49^{ns}	8.33^{ns}	2.57^{ns}	0.92^{ns}	-0.02^{ns}	1.02^{ns}	0.06^{ns}	0.93^{ns}	1.37*	0.791^{ns}
11	2 × 7	14.77*	3.89^{ns}	5.36^{ns}	9.40^{ns}	0.11^{ns}	2.70^{ns}	0.17^{ns}	0.67^{ns}	-1.09*	0.541^{ns}
12	3 × 4	-0.68^{ns}	-12.61*	-5.05^{ns}	4.37^{ns}	0.08^{ns}	-1.92^{ns}	0.02^{ns}	-1.69^{ns}	-0.67^{ns}	-0.481^{ns}
13	3 × 5	-9.26^{ns}	7.35^{ns}	7.95*	-17.21**	-0.08^{ns}	2.08^{ns}	-0.22^{ns}	-0.15^{ns}	0.65^{ns}	1.151^{ns}
14	3 × 6	-0.27^{ns}	-15.53**	-4.34^{ns}	4.08^{ns}	0.01^{ns}	1.82^{ns}	0.11^{ns}	0.90^{ns}	0.84^{ns}	-0.131^{ns}
15	3 × 7	6.21^{ns}	20.93**	-0.50^{ns}	6.71^{ns}	0.11^{ns}	3.98^{ns}	0.05^{ns}	-0.39^{ns}	-0.28^{ns}	2.74**
16	4 × 5	10.39^{ns}	-12.19*	4.35^{ns}	6.04^{ns}	0.12^{ns}	0.26^{ns}	0.08^{ns}	0.87^{ns}	-1.30*	-0.941^{ns}
17	4 × 6	3.34^{ns}	8.36^{ns}	4.50^{ns}	-1.17^{ns}	-0.05^{ns}	3.57^{ns}	0.09^{ns}	-4.31**	-1.08^{ns}	0.951^{ns}
18	4 × 7	8.14^{ns}	-13.63*	5.00^{ns}	3.14^{ns}	0.08^{ns}	2.85^{ns}	0.33*	2.15^{ns}	0.87^{ns}	-0.491^{ns}
19	5 × 6	17.73**	-1.62^{ns}	2.48^{ns}	15.26**	0.05^{ns}	3.44^{ns}	0.07^{ns}	-1.18^{ns}	-0.29^{ns}	-0.331^{ns}
20	5 × 7	2.46^{ns}	34.09**	-0.23^{ns}	2.69^{ns}	-0.03^{ns}	-0.42^{ns}	0.10^{ns}	-1.06^{ns}	1.15*	3.95**
21	6 × 7	-3.64^{ns}	-2.47^{ns}	-4.14^{ns}	0.50^{ns}	0.08^{ns}	0.97^{ns}	-0.10^{ns}	2.04^{ns}	-0.18^{ns}	-0.561^{ns}
se[s(i,j)]		5.87	5.72	3.50	5.58	0.07	2.11	0.14	1.21	0.56	0.69
se[s(i,j)-s(i,k)]		8.84	8.61	5.27	8.41	0.10	3.18	0.22	1.82	0.84	1.05
se[s(i,j)-s(k,l)]		8.07	7.86	4.81	7.68	0.09	2.90	0.20	1.66	0.77	0.95

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

P1: Ultan اولتان; P2: Darab 1 داراب ۱; P3: 2822 ژنوتیپ; P4: Dashtestan 2 دشتستان ۲; P5: Karaj 1 کرج ۱; P6: Early maturity Palestinian زودرس فلسطینی; P7: TLHE.

کاهش و هم در جهت افزایش این صفت مشاهده شد. بالاترین مقدار ترکیب پذیری عمومی مثبت در لاین کرج ۱ و در رتبه‌های بعدی در ارقام ورامین ۲۸۲۲ و TLHE بود (جدول ۲). تعداد ده ترکیب دورگ در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ از نظر ترکیب‌پذیری خصوصی در جهت افزایش و کاهش تعداد کپسول در ساقه اصلی تفاوت معنی‌دار داشتند. بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مطلوب در دورگ‌های TLHE × کرج ۱ و TLHE × ورامین ۲۸۲۲ مشاهده شد. والدین این تلاقی‌ها در گروه بهترین ترکیب شونده‌های عمومی برای تعداد کپسول در ساقه اصلی نیز بودند (جدول ۳).

برای ارتفاع اولین کپسول در شاخه اصلی از آن‌جا که اندازه پایین این صفت مطلوب و مورد نظر هست مقادیر ترکیب‌پذیری منفی تعیین کننده است. والدهای ورامین۲۸۲۲، زودرس فلسطینی و TLHE دارای مقادیر ترکیب‌پذیری معنی‌دار (مثبت و منفی) بودند که به دلیل تاثیر مثبت اندازه‌های پایین این صفت در عملکرد رقم زودرس فلسطینی با بیشترین ترکیب‌پذیری منفی به عنوان بهترین والد شناخته شد و در رتبه بعدی رقم TLHE نیز می‌تواند در کاهش ارتفاع اولین کپسول در شاخه اصلی نقش داشته باشد. رقم ورامین۲۸۲۲ با وجود ترکیب‌پذیری مثبت معنی‌دار به دلیل این که افزایش این صفت را به همراه دارد و با افزایش این صفت طول ساقه زاینده کپسول کاهش یافته و از این طریق عملکرد نیز کاهش پیدا می‌کند مورد نظر نیست (جدول ۲). در بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی ارتفاع اولین کپسول در شاخه اصلی به دلیل تاثیر مثبت اندازه‌های پایین این صفت در صفت عملکرد از دو ترکیبی که در سطح احتمال۱٪ و ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار بودند ترکیبی که مقدار کمتری را به خود اختصاص داده است با اولویت بیشتری مدنظر است. بر مبنای گفته شده دورگ کرج ۱ × ورامین۲۸۸۸ در اولویت قرار گرفت (جدول ۳).

در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی برای طول شاخه زاینده اصلی رقم زودرس فلسطینی با اثر مثبت در سطح احتمال ۱٪ و رقم اولتان با اثر منفی در سطح احتمال ۵٪ دارای ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار بودند. این صفت با درنظر داشتن فاصله بین اولین کپسول تشکیل شده روی شاخه اصلی و ارتفاع نهایی آخرین کپسول روی شاخه اصلی اندازه‌گیری شد. ارقامی که دارای طول شاخه اصلی همسان هستند با توجه به وضعیت تشکیل اولین کپسول روی شاخه اصلی عملکردهای متفاوتی دارند. رقم زودرس فلسطینی از نظر ارتفاع اولین کپسول دارای پایین‌ترین مقدار و احتمالاً از این طریق با افزایش طول شاخه زاینده اصلی تفاوت معنی‌داری را با سایر ارقام ایجاد کرد. ملاحظه ترکیب‌پذیری منفی و معنی دار این رقم برای صفت ارتفاع اولین کپسول و ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار همین رقم برای صفت طول شاخه زاینده اصلی از نتایج جالب و مورد انتظار این بررسی بود (جدول ۲). برای این صفت دو

ترکیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ داشتندکه یکی از بیشترین مقدار در جهت مثبت و دیگری از بالاترین حد در جهت منفی برخودار بود. از آن‌جا که مقدار بالای این صفت در راستای افزایش عملکرد مورد نظر است دورگ‌ زودرس فلسطینی × کرج ۱ بهترین ترکیب بود ولی دورگ‌ کرج ۱ × ورامین ۲۸۲۲ برای افزایش این صفت مورد توصیه نیست (جدول ۳).

برای طول کپسول پنج والد از والدهای مورد استفاده در این بررسی دارای ترکیب پذیری معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و با اثر مثبت و منفی بودند. ارقام والدینی اولتان، داراب ۱ و ورامین۲۸۲۲ در راستای افزایش مقدار این صفت تاثیر گذار بودند و استفاده از ارقام کرج ۱ و زودرس فلسطینی کاهش مقدار این صفت را به همراه داشت (جدول ۲). برای طول کپسول با وجود این که سه والد دارای ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار بودند ولی هیچ یک از ترکیبات از تفاوت معنی‌دار برخوردار نبود (جدول ۳). برای تعداد دانه در کپسول از هفت والد مورد استفاده در این بررسی فقط دو والد ترکیب‌پذیری معنی‌دار داشتند. والد اولتان دارای ترکیب‌پذیری مثبت در جهت افزایش این صفت و والد کرج ۱ با ترکیب‌پذیری معنی‌دار منفی در جهت کاهش این صفت اثرگذار بود (جدول ۲). بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی در راستای افزایش این صفت به ترتیب در دورگ‌های داراب ۱ × اولتان و دشتستان ۲ × اولتان مشاهده شد. رقم اولتان که در هر دو ترکیب اخیر وجود داشت از نظراین صفت بهترین ترکیب‌پذیری عمومی را نیز داشت (جدول ۳).

در بررسی ترکیب پذیری برای وزن هزار دانه در ارقام و لاین‌های استفاده شده رقم دشتستان۲ از ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار برخوردار بود و رقم زوردس فلسطینی برای این صفت نقش کاهنده داشت. سایر ارقام نیز با وجود این‌که ترکیب‌پذیری منفی یا مثبت داشتند ترکیب پذیری عمومی آن‌ها برای این صفت معنی‌دار شناخته نشد (جدول ۲). در بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی سه ترکیب دارای تفاوت‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و در راستای افزایش و کاهش اندازه این صفت بودند و بهترین ترکیب TLHE × دشتستان ۲ تعیین شد. رقم دشتستان ۲ دارای بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی نیز بود (جدول۳). برای عملکرد شاخه اصلی سه والد از والدین استفاده شده در این بررسی از ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار برخوردار نبودند ولی از سایر والدین دو والد با ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و دو والد نیز با ترکیب پذیری منفی اثرگذاری معنی دار نشان دادند. ارقام TLHE و دشتستان۲ به ترتیب به عنوان بهترین ترکیب شونده‌ها و ارقام اولتان و داراب ۱ ترکیب شونده‌های نامناسب تعین شدند (جدول ۲). پیچیدگی صفت عملکرد و اثرگذاری سایر صفات در بروز آن انتخاب بهترین والد ترکیب شونده را نیازمند به فهم

دقیق از ارتباط و بررسی صفات تاثیرگذار دیگر می‌کند. بالاترین مقدارترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار به ترتیب در ترکیبات زودرس فلسطینی × اولتان و دشتستان۲ × اولتان مشاهده شد. رقم دشتستان ۲ بهترین ترکیب شونده عمومی برای صفت عملکرد بوده و رقم اولتان ترکیب‌پذیری عمومی مطلوبی برای افزایش صفت عملکرد ندارد. از این دیدگاه نقش والد دشتستان ۲ در این ترکیب تعیین کننده بوده و نیز رقم اولتان به رغم عدم برخورداری از ترکیب پذیری مطلوب برای صفت عملکرد احتمالاً به دلیل وجود تفاوت‌های بارز ژنتیکی با دو رقم زودرس فلسطینی و دشتستان ۲. در ایجاد بهترین ترکیبات و ترکیب‌پذیری خصوصی ایفای نقش کرده است. به علاوه با توجه به پیچیدگی صفت عملکرد و تاثیر صفات متعدد دیگری دربروز آن مشاهده برخی تفاوت‌ها در تطبیق بهترین والدها از نظر ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب پذیری خصوصی دور از انتظار نیست (جدول ۳)

در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی صفت درصد روغن ارقام داراب ۱، اولتان و دشتستان ۲ به ترتیب از ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار و مثبت برای این صفت برخودار بود و ارقام زودرس فلسطینی و TLHE دارای نقش کاهنده بودند (جدول ۲). کوتاهی طول دوره رویش وزودرسی ارقام زودرس فلسطینی و TLHE و ایفای نقش کاهنده در میزان روغن می‌تواند در این راستا مورد دقت و بررسی بیشتر قرار گیرد.

ترکیب‌پذیری خصوص صفت در صد روغن معنی‌دار نبود (جدول ۳).برای صفت عملکرد روغن در شاخه اصلی والدین استفاده شده همگی در ترکیب‌پذیری عمومی اثر معنی‌داری داشتند. والدین TLHE، کرج ۱ و ورامین۲۸۲۲ به ترتیب به عنوان بهترین ترکیب شونده‌ها برای افزایش این صفت و متقابلاً والدین اولتان، زودرس فلسطینی و داراب ۱ و دشتستان ۲ ترکیب شونده‌های خوبی برای این صفت نبودند (جدول ۲). بهترین ترکیبات برای صفت عملکرد روغن به ترتیب TLHE × کرج ۱ و TLHE × ورامین ۲۸۲۲ بودند. سه والد استفاده شده در این ترکیبات دقیقاً بهترین ترکیب شونده‌های عمومی در راستای افزایش صفت درصد روغن نیزبودند (جدول ۳).

پارامترهای ژنتیکی

واریانس ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی و محیطی و نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به ترکیب‌پذیری خصوصی در جدول ۴ نشان داده شده است. واریانس افزایشی، غالبیت و فنوتیپی با اشاره به سهم هریک از واریانس افزایشی و غالبیت در واریانس فنوتیپی و نیز وراثت‌پذیری عمومی، خصوصی و درجه متوسط غالبیت ژن‌ها اجزاء دیگری هستند که در جدول ۴ نشان داده شده است.

در بررسی پارامترهای ژنتیکی برای صفت ارتفاع شاخه اصلی واریانس ترکیب‌پذیری

جدول ۴ - برآورد اجزاء واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت پذیری و غالبیت برای صفات زراعی کنجد درنسل F1

Table 4. Estimates of phenotypic, genotypic components, heritability, and dominance for agronomic traits of sesame in F1

Parameter	پارامتر	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کپسول در ساقه اصلی No.cap. m. Stem	ارتفاع اولین کپسول First cap. hieght	ارتفاع ساقه زاینده Pro stem length	طول کپسول Cap length	تعداد دانه در کپسول Seed per cap.	وزن هزار دانه 1000 -SW	عملکرد شاخه اصلی M.Stem Yield	درصد روغن Oil%	عملکرد روغن Oil yield
Var GCA	واریانس ترکیب‌پذیری عمومی	0.06	310.33	38.05	8.86	0.01	0.0001	0.01	1.64	0.50	2.13
Var SCA	واریانس ترکیب پذیری خصوصی	95.02	210.41	17.37	61.25	0.01	17.09	0.03	5.91	0.36	2.29
Var E	واریانس خطا	182.27	173.17	64.91	165.08	0.02	23.59	0.11	7.75	1.67	2.55
Var (A)	واریانس افزایشی	0.13	620.66	76.10	17.72	0.01	0.001	0.03	3.27	1.00	4.26
	درصد از کل	0.05	61.80	48.05	7.26	31.43	0.01	17.09	19.32	33.16	46.83
Var (D)	واریانس غالبیت	95.02	210.41	17.37	61.25	0.01	17.09	0.04	5.91	0.36	2.29
	درصد از کل	34.25	20.95	10.97	25.10	16.51	42.01	23.83	34.89	11.81	25.15
Var (E)	واریانس محیطی	182.27	173.17	64.91	165.08	0.02	23.59	0.11	7.75	1.67	2.55
	درصد ازکل	65.70	17.24	40.99	67.64	52.07	57.98	59.08	45.79	55.03	28.02
var phen	واریانس فنوتیپی	277.42	1004.24	158.38	244.06	0.04	40.68	0.19	16.93	3.03	9.10
	کل	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
HeritHb	وراثت پذیری عمومی	51.08	90.56	74.22	48.90	64.80	59.16	58.07	70.31	62.04	83.71
HeritHn	وراثت پذیری خصوصی	0.07	67.64	60.43	10.97	42.49	0.001	24.25	25.06	45.75	54.46
Avg codamin	میانگین درجه غالبیت	38.35	0.82	0.68	2.63	1.02	0.0001	1.67	1.90	0.84	1.04
(F factor)	نسبت واریانس ترکیب پذیری عمومی به	0.00001	1.47	2.19	0.14	0.95	0.0001	0.48	0.28	1.40	0.93

عمومی در مقایسه با واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی و نیز واریانس خطا بسیار ناچیز و بر همین مبنا سهم واریانس افزایشی از واریانس فنوتیپی تنها ۵ درصد بود. در مقابل واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی بیشتر و در واریانس فنوتیپی نقش بیشتری را که معادل ۳۴ درصد بوده ایفا کرد. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی (فاکتور F) بسیار کوچک‌تر از یک و نشان دهنده این بود که عمل غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفت نقش بالاتری داشت. نتایج این پژوهش با نتایج ساکیلا وهمکاران (۲۰۰۰) مشابه ولی با نتایج منصوری و احمدی (۱۹۹۸) و مورتی (۱۹۷۵) هماهنگی نداشت. وراثت‌پذیری عمومی ۵۱ درصد بود و در گروه متوسط قرار گرفت. وراثت‌پذیری خصوصی این صفت (۷ درصد) و در گروه ضعیف بود. بررسی درجه متوسط غالبیت (فاکتور a) نشان‌دهنده رابطه فوق غالبیت، به صورت میانگین، بین آلل‌های ژن‌های دخیل در کنترل این صفت است (جدول ۴).

برای تعداد کپسول در شاخه اصلی واریانس ترکیب‌پذیری عمومی در مقایسه با واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی و واریانس خطا بیشتر و در نتیجه سهم بیشتری از واریانس فنوتیپی یعنی حدود ۶۱ درصد به واریانس افزایشی اختصاص داشت. واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی کمتر و در برآورد انجام شده ۲۰/۹۵ درصد از واریانس فنوتیپی مربوط به واریانس غالبیت بود. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی با عدد بالاتر از یک نشان‌دهنده سهم عمده عمل افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت بود و بیانگر این است که گزینش می‌تواند به عنوان راهکاری برای افزایش این صفت در نسل‌های بعد مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج با گزارش منصوری و احمدی (۱۹۹۸) و ال براموی و شعبان (۲۰۰۷) در هماهنگی بود. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای تعداد کپسول در ساقه اصلی در گروه وراثت‌پذیری‌های بالا طبقه‌بندی می‌شوند. وراثت‌پذیری خصوصی ۶۷/۶۴ درصد نشان دهنده اثر بالای واریانس افزایشی در بروز این صفت و احتمال موفقیت‌آمیز بروز آن در نسل‌های بعد است. نسبت کمتر از یک برای فاکتور a نشان دهنده این است، که به طور میانگین، بین آلل‌های ژن‌های کنترل کننده این صفت رابطه غالبیت ناقص وجود داشت (جدول ۴).

برای ارتفاع اولین کپسول نقش بیشترواریانس افزایشی در کنترل این صفت نسبت به واریانس غالبیت حاکی از بالاتر بودن میزان واریانس ترکیب‌پذیری عمومی است. نسبت بالاتر از یک برای واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی اثر عمده عمل افزایشی ژن‌ها را نشان می‌دهد و با وراثت‌پذیری خصوصی این صفت یعنی ۶۰/۴۳ درصد توجیه‌پذیر است. این نتیجه با نتایج ساکیلا و همکاران (۲۰۰۰) که کنترل این صفت

را بـا اثـر غیرافزایشـی ژن‌هـا اعـلام کـرده‌انـد هماهنگی نداشت. تفاوت بین محیط اجرای ایـن پژوهش بـا محیط اجـرای برخـی پـژوهش‌هـای مشابه و تفاوت در مواد ژنتیکی استفاده شده ونیز روش دی‌آل مربوطـه (یـک طرفـه یـا دوطرفـه) می‌توانـد از عوامـل بـروز اختلاف در نتـایج بـه شمار آید. وراثت‌پذیری عمومی با۷۴/۲۲ درصد در گـروه وراثـت‌پـذیری‌هـای بـالا طبقـه‌بنـدی مـی‌شـود. بـرای نسبت درجـه متوسـط غالبیـت (فاکتور a) بیانگر وجود رابطه غالبیت ناقص بین ژن‌های دخیل در کنترل این صـفت بـه صـورت میانگین است (جدول ۴).

در بررسی پارامترهای ژنتیکـی بـرای صـفت طول شاخه اصلی زاینده واریانس ترکیب‌پذیری عمومی در مقایسـه بـا واریـانس ترکیـب‌پـذیری خصوصی و واریانس خطا کمتر و انتظار طبیعـی است که با ایفای نقش محدود واریانس افزایشی یعنـــی ۷/۲۶ درصـــد از واریـــانس فنـــوتیپی، وراثت‌پذیری خصوصی پایین (۱۰/۹۷ درصد) و در گروه وراثت‌پذیری‌هـای پـایین قـرار گیرنـد. نسـبت واریـانس ترکیـب‌پـذیری عمـومی بـه خصوصی نیز کمتر از یک است و ایـن نتـایج را تاییـد مـی‌کنـد. وراثـت‌پـذیری عمـومی بـا ۴۸/۹۰ درصد در گـروه وراثـت‌پـذیری متوسـط است. از آن‌جا کـه ایـن صـفت تـابعی از صـفت طول شاخه اصلی اسـت، نتـایج بـه دسـت آمـده تقریباً در حدود و دامنه همسان با یک‌دیگر بود. نسبت درجـه متوسـط غالبیـت (فـاکتور a) نشـان می‌دهد، که بـه صـورت میـانگین، بـین ژن‌هـای دخیل در کنترل این صفت رابطـه فـوق غالبیـت وجود داشت (جدول ۴).

برای طول کپسول واریـانس ترکیـب‌پـذیری عمومی و خصوصی مساوی یک‌دیگر بود لکـن سهم بیشـتری از واریـانس فنـوتیپی بـه واریـانس افزایشـی اختصـاص داشـت. نسـبت واریـانس ترکیـب‌پـذیری عمـومی بـه ترکیـب‌پـذیری خصوصی (فاکتور F) حدوداً نزدیک بـه یـک و نشـان دهنـده اثـر معـادل نقـش افزایشـی و غیـر افزایشی ژن‌ها در کنترل ایـن صـفت بـود. نقـش واریانس افزایشی در وراثـت‌پـذیری خصوصـی قابل مشاهده بود و وراثت‌پـذیری متوسـط بـرای این صفت به دست آمد. وراثت‌پـذیری عمـومی در گـروه وراثـت‌پـذیری‌هـای بـالا قـرار دارد. بررسی درجه غالبیت متوسط (فـاکتور a) بیـانگر این است، که به صورت میـانگین، بـین ژن‌هـای کنترل کننـده ایـن صـفت رابطـه غالبیـت کامـل وجود داشت (جدول ۴).

واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بـرای تعـداد دانه در کپسول بسیار ناچیز و نزدیک صـفر بـود. واریانس افزایشی نیز ناچیز و نزدیک صـفر بـود. واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی دارای مقـدار بیشـتری بـود و واریـانس غالبیـت ۴۲ درصـد تغییرات فنوتیپی را توجیه کرد. نسبت واریـانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی کمتر از یک و بیانگر نقش ویژه غیر افزایشـی عمـل ژن بـرای این صفت بود کـه بـا نتـایج کومـار و همکـاران (۲۰۱۲) مشـابهت و بـا نتـایج گویـال و سـودهین (۱۹۹۱) تفاوت داشت. بـروز اخـتلاف در نتـایج

این پژوهش با پژوهش‌های مشابه همانند سایر تحقیقات ژنتیکی کلاسیک به دلیل تفاوت بودن مواد ژنتیکی استفاده شده و همچنین تغییرات محیطی و به علاوه تعداد والدین و روش دی‌آلل استفاده شده کاملا طبیعی و مورد انتظار است. وراثت‌پذیری عمومی این صفت با ۵۹/۱۶ درصد درحد متوسط و وراثت‌پذیری خصوصی همان گونه که انتظار می‌رفت ناچیز بود (جدول ۴).

برای صفت وزن هزار دانه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی هردو مقادیر کمی داشتند. سهم واریانس افزایشی از واریانس فنوتیپی ۱۷ درصد و سهم واریانس غالبیت حدود ۲۳ درصد و درهمین حال واریانس محیطی حدود ۵۹ درصد بود. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی نشان دهنده نقش بیشتر عمل غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت بود. این نتایج با نتایج منصوری و احمدی (۱۹۹۸) و ال براموی و شعبان (۲۰۰۷) مشابه بود و با نتایج کومار و همکاران (۲۰۱۲) و میشرا ویاداو (۱۹۹۶) تفاوت داشت. وراثت‌پذیری خصوصی این صفت پایین و وراثت‌پذیری عمومی آن درحدود متوسط بود. بررسی درجه غالبیت متوسط (فاکتور a) نشاندهنده وجود رابطه فوق غالبیت بین ژن‌های دخیل در کنترل صفت را به طور میانگین تایید می‌کند (جدول ۴).

برای عملکرد شاخه اصلی واریانس ترکیب‌پذیری عمومی در مقایسه با واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی مقدار کمتری داشت (جدول ۴) و بر همین اساس سهم واریانس افزایشی از واریانس فنوتیپی کمتر از سهم واریانس غالبیت بود. وجود نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی (فاکتور F) کمتر از یک و نشان‌دهنده نقش بیشتر و موثر عمل غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفت عملکرد بود. این نتایج با نتایج ساکیلا و همکاران (۲۰۰۰) در توافق بود ولی با نتایج منصوری و احمدی (۱۹۹۸) متفاوت بود. وراثت‌پذیری خصوصی این صفت با حدود ۲۵ درصد پایین و وراثت‌پذیری عمومی این صفت با حدود ۷۰ درصد در گروه بالا طبقه‌بندی می‌شود. از آن‌جا که صفت عملکرد از پیچیده‌ترین صفات بوده و صفات متعدد دیگری بر آن تاثیرگذار هستند این نتایج دور از انتظار نبود. بررسی نسبت درجه متوسط غالبیت (فاکتور a) نیز نتایج فوق را تایید کرد و نشان داد که بین آلل‌های ژن‌های کنترل کننده عملکرد ساقه اصلی، به صورت میانگین، رابطه فوق غالبیت وجود داشت (جدول ۴). در بررسی‌های ژنتیکی درصد روغن واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی بود. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی نقش بیشتر عمل افزایشی ژن‌ها در این صفت را نشان داد. منصوری و احمدی (۱۹۹۸) و ردی وهمکاران (۱۹۹۸) و بانرجی وکول (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی اعلام کردند. وراثت‌پذیری خصوصی این صفت در

گروه متوسط و وراثت‌پذیری عمومی در گروه بالا قرار گرفت که با نتایج مورتی و هشیم (۱۹۷۳) متفاوت بود. به صورت میانگین رابطه غالبیت ناقص بین آلل‌های ژن‌های دخیل در کنترل این صفت وجود داشت.

برای عملکرد روغن در شاخه اصلی مقدار واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی تقریباً مساوی بود، اما واریانس افزایشی در واریانس فنوتیپی نقش بیشتری داشت. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی کمتراز یک و در نتیجه این صفت بیشتر تحت تاثیر عمل غیر افزایشی ژنها بود. بانرجی و کول (Banerjee and Kole, 2009) نیز نتایج مشابهی اعلام نمودند. برای صفت عملکرد روغن وراثت‌پذیری عمومی در گروه بالا و در بین صفات بررسی شده بیشترین مقدار را داشت و وراثت‌پذیری خصوصی متوسط بدست آمد (جدول ۴). بدست آمدن نسبت حدوداً یک در بررسی درجه متوسط غالبیت بیانگر اینست که بین آلل‌های ژنهای دخیل در کنترل این صفت بصورت متوسط رابطه غالبیت کامل حاکم بود.

از ویژگی‌های عمومی تحقیقات ژنتیکی کلاسیک واز جمله بررسی‌های دی‌آلل وابستگی نتایج به مواد ژنتیکی یا ژرم‌پلاسم استفاده شده، محیط و اقلیم اجرای پژوهش، تعداد والدین مورد نظر و مدل و روش به کار گرفته شده است و از این دیدگاه پژوهش‌های محققان در مناطق مختلف نتایج متفیری را ارائه می‌دهد. برای دستیابی به نتایج فراگیر و دارای دامنه وسیع‌تر در عرصه و کاربرد در فرآیندهای به‌نژادی استفاده از کامل‌ترین وکاراترین روش تحقیقات ژنتیکی یعنی بررسی‌های دی‌آلل‌کراس کامل (دو طرفه) با استفاده از تعداد وسیع والدین در چند منطقه و سال پیشنهاد می‌شود.

نتایج نهایی نشان داد در بین صفات بررسی شده صفت‌های تعداد کپسول در شاخه اصلی، ارتفاع اولین کپسول، طول کپسول و درصد روغن با عمل افزایشی ژن‌ها و صفت‌های ارتفاع شاخه اصلی، طول شاخه اصلی زاینده، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد شاخه اصلی و عملکرد روغن توسط اثر غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند. وراثت‌پذیری خصوصی برای تعداد دانه در کپسول بسیار ناچیز و برای طول شاخه اصلی، طول شاخه اصلی زاینده بسیار کم، برای وزن هزار دانه و عملکرد در گروه کم یا ضعیف، برای درصد روغن، عملکرد روغن در شاخه اصلی و طول کپسول متوسط و برای تعداد کپسول در شاخه اصلی و ارتفاع اولین کپسول مقادیر بالا را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).این نتایج حاکی از کارآیی بالای انتخاب برای تعداد کپسول در شاخه اصلی با وراثت‌پذیری ۶۷/۶۴ درصد و ارتفاع اولین کپسول با وراثت‌پذیری ۶۰/۴۳ بود و می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی کنجد مورد استفاده قرار گیرند.

References

Ahmadi, M. R. 1990. Genetic characteristics and breeding approachs for soybean peanut and sesame. Published by Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. 32 pp. (in Persian).

Ahmadi, M. R., Farrokhi, E., Agharokh, B., Khiavi, M., Mohammadi, A., Arab, Gh., and Andarkhor, A .2000. Registration of sesame (*Sesamum indicum*) cultivar, Yekta. Seed and Plant 16 (3): 390-392 (in Persian).

Anbanandan, V., Anbuselvam, Y., and Ganesan, J. 2006. Genetic architecture of yield and its components in sesame (*Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 21: 36-39.

Anonymous 2014. Year book.(http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor).

Ashri, A. 1998. Sesame breeding. Plant Breeding Review 16: 179-218.

Banerjee, P. P., and Kole, P. C. 2009. Analysis of genetic architecture for some physiological characters in sesame (*Sesamum indicum* L.). Euphytica 168: 11-22.

El-Bramawy, M. A. S., and Shaban, W. I 2007. Nature of gene action for yield, yield components and major diseases resistance in sesame (*Sesamum indicum* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 821-826.

Goyal, S. N., and Sudhin, K. 1991. Combining ability for yield components and oil content in sesame. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding 51: 38-42.

Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10: 37-50.

Griffing, B. 1956b. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Science 9: 463-93.

Johnson, H. W., Robinson, H. F., and Comstac, R. E. 1955. Genotypic and phenotypic correlation in soybean and their implications in selection. Agronomy Journal 47: 477-483.

Kempthorne, O. 1957. An introduction to genetic statistics. New York: John Wiley and Sons. 545pp.

Krishnaiah, G., Reddy, K. R., and Sekhar, M. R. 2002. Variability studies in sesame. Crop Research Hisar 24: 501-504.

Kumar, P., Madhusudan, K., Nadaf, H. L., Patil, R. K., and Deshpande, S. K. 2012. Combining ability and gene action studies in inter-mutant hybrids of sesame

(*Sesamum indicum* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences 25: 1-4.

Langham, D. R., and Weimers, T. 2002. Progress in mechanizing sesame in the US through breeding. pp. 157-173. In: Janick, J., and Whipkey, A. (eds.) Trends in New Crops and New Uses. ASHS, Atlanta, GA, USA.

Manoharan, V., Sethupathi Ramaligan, R., and kandasamy, G. 1989. Line × tester analysis of heterosis and combining ability in sesame, Sesame and Safflower Newsletter 1 (4): 15-17.

Mansouri, S., and Ahmadi, M. R. 1998. Study of combining ability and gene effects on sesame lines by diallel cross method. Iranian Journal of Agricultural Sciences 29: 47-54.

Mishra, A. K., and Yadav, L. N. 1997. Variability, heritability and genetic advance for different populations in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 12: 80-83.

Mothilal, A., and Manoharan, V. 2005. Diallel analysis for the estimation of genetic parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian Agricultural Science Digest, Annual Report, Tamil Nadu Agricultural University, India.

Murty, D. S. 1975. Heterosis combining ability and reciprocal effect for agronomic and chemical characters in sesame. Theoretical and Applied Genetics 45: 294-299.

Murty, D. S., and Hashim, M. 1973. Inheritane of oil and protein content in a diallel cross of sesame (*Sesamum indicum* L.). Candian Journal of Genetics and Cytology 15: 177-184.

Reddy, C. D. R., Ramachandralah, D., Haripriya, S., and Reddy, K. S. 1989. Combining ability and heterosis for seed oil and yield in sesame. Plant Breeding Abstracts 64 (11): 1666.

Sakila, M., Ibrahim, S. M., Kalamani, A., and Backiyarani, S.. 2000. Evaluation of sesame hybrids through line × tester analyses. Sesame and Safflower Newsletter 15: 1-5.

Singh, H. C., Singh, S. K., and Nagaich, V. P. 2000. Association of characters for some physiological components related to seed yield in sesame (*Sesamum indicum* L.). Annals of Agricultural Research 21: 238-241.

Solanki, E. S., and Gupta, D. 2001. Combining ability and heterosis for quantitative characters in sesame. Annals of Arid Zone 40: 457-460.

Solanki, E. S., and Paliwal, R. S. 1981. Genetic variability and heritability studies on

yield and its components in Sesame, Indian Journal of Agricultural Science 8: 554-556.

Tabanao, D. A., and Bernardo, R. 2005. Genetic variance and interrelationships of six traits in a hybrid population of *Zea mays* L. Crop Science 6: 455-458.

Verhalen, L. M., and Murty, J. C. 1967. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton. Crop Science 7: 501-505.